



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0050234
Application Number

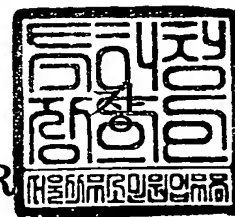
출원 년 월 일 : 2003년 07월 22일
Date of Application JUL 22, 2003

출원인 : 광주과학기술원
Applicant(s) Kwangju Institute of Science and Technology



2003 년 11 월 21 일

특 허 청
COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2003.07.22
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	고 성능 염료감응 태양전지를 위한 백금-금속 산화물 나노상 전극의 제조방법
【발명의 영문명칭】	Fabrication Method of Pt-MO _x Nanophase Electrodes for Highly Efficient Dye-sensitized Solar Cell
【출원인】	
【명칭】	광주과학기술원
【출원인코드】	3-1998-099381-5
【대리인】	
【성명】	황이남
【대리인코드】	9-1998-000610-1
【포괄위임등록번호】	1999-003892-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김석순
【성명의 영문표기】	KIM, Seok-Soon
【주민등록번호】	771007-2716112
【우편번호】	500-712
【주소】	광주광역시 북구 오룡동 1번지 광주과학기술원 신소재공학과
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박경원
【성명의 영문표기】	PARK, Kyung-Won
【주민등록번호】	720807-1051712
【우편번호】	500-712
【주소】	광주광역시 북구 오룡동 1번지 광주과학기술원 신소재공학과
【국적】	KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 영준호
 【성명의 영문표기】 YUM, Jun-Ho
 【주민등록번호】 701106-1069334
 【우편번호】 500-712
 【주소】 광주광역시 북구 오룡동 1번지 광주과학기술원 신소재공학과
 【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 성영은
 【성명의 영문표기】 SUNG, Yung-Eun
 【주민등록번호】 640108-1829510
 【우편번호】 500-712
 【주소】 광주광역시 북구 오룡동 1번지 광주과학기술원 신소재공학과
 【국적】 KR

【공지예외적용대상증명서류의 내용】

【공개형태】 학술단체 서면발표
 【공개일자】 2003.04.11

【공지예외적용대상증명서류의 내용】

【공개형태】 학술단체 서면발표
 【공개일자】 2003.05.23

【공지예외적용대상증명서류의 내용】

【공개형태】 학술단체 서면발표
 【공개일자】 2003.04.28

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 황이남 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	0	면	0	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	8	항	365,000	원

【합계】	394,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	197,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 공지에외적용대상(신규성상실의예 외, 출원시의특례)규정을 적용받 기 위한 증명서류_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 염료감응 태양전지용 상대전극을 제조하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 염료감응 태양전지의 동작과정 중에서 I_3^- 의 환원반응을 도와줄 전기촉매의 성능을 향상시키기 위하여 타겟으로 백금 및 금속산화물을 코스퍼터링시켜 표면에 백금 및 비정질의 금속산화물을 포함하는 염료감응 태양전지용 상대전극을 제조하는 방법에 관한 것이다.

【대표도】

도 1

【명세서】**【발명의 명칭】**

고 성능 염료감응 태양전지를 위한 백금-금속 산화물 나노상 전극의 제조방법{Fabrication Method of Pt-MO_x Nanophase Electrodes for Highly Efficient Dye-sensitized Solar Cell}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 사용된 코스퍼터링(Co-sputtering)장치의 구성도

도 2는 본 발명의 실시예 1에 의해 제조된 백금-니켈 산화물의 X-선 회절(X-ray Diffraction, XRD) 분석에 따른 Θ - 2Θ 곡선

도 3은 본 발명의 실시예 1에 의해 제조된 백금 나노상과 비정질 니켈 산화물로 구성된 전극의 투과 전자 현미경(Transmission Electron Microscope, TEM) 이미지 (3a)와 투과 전자 회절(Transmission Electron Diffraction, TED) 패턴 (3b)

도 4는 본 발명의 실시예 1에 의해 제작된 전극을 이용한 전고상 염료감응 태양전지의 I-V 곡선

도 5는 본 발명의 실시예 1에 의해 제작된 상대 전극의 활성 표면적을 측정하기 위한 순환전류전압곡선(Cyclic Voltammogram, CV)

도 6은 본 발명의 실시예 2에서 타이타늄 산화물의 사용에 따른 염료의 여기 증가의 과정을 보여주는 설명도

도 7은 본 발명의 실시예 2에 의해 제작된 백금-타이타늄 산화물의 X-선 회절(X-ray Diffraction, XRD) 분석에 따른 Θ - 2Θ 곡선

도 8은 본 발명의 실시예 2에 의해 제조된 백금 나노상과 비정질 타이타늄 산화물로 구성된 전극의 투과 전자 현미경(Transmission Electron Microscope, TEM) 이미지 (8a)와 투과 전자 회절(Transmission Electron Diffraction, TED) 패턴 (8b)

도 9는 본 발명의 실시예 2에 의해 제작된 전극을 이용한 전고상 염료감응 태양전지의 I-V 곡선

도 10은 본 발명의 실시예 2에 의해 제작된 상대 전극의 활성 표면적을 측정하기 위한 순환전류전압곡선(Cyclic Voltammogram, CV)

도 11은 본 발명의 실시예 2에 의해 제작된 상대 전극의 반사율(reflectance)의 결과

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<12> 본 발명은 염료감응 태양전지용 상대전극을 제조하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 염료감응 태양전지의 동작과정 중에서 I_3^- 의 환원반응을 도와줄 전기촉매의 성능을 향상시키기 위한 수단으로 백금 나노결정상과 비정질상의 금속산화물을 포함하는 염료감응 태양전지용 상대전극을 제조하는 방법에 관한 것이다.

<13> 염료감응 태양전지는 넓은 에너지 밴드 갭을 가지는 반도체 물질 표면에 가시광선영역의 빛을 받아 전자와 정공을 만들어 낼 수 있는 염료를 화학적으로 흡착시켜 에너지 변환효율을 향상시키기 위해 제작된 광 전기화학 태양전지의 새로운 형태이다. 이는 기존의 실리콘 태양전

지나 화합물반도체 태양전지에 비해 그 제작비용이 저렴하고, 유기 태양전지에 비하여 그 효율이 높으며 이 외에도 환경 친화적이고 투명화가 가능하다는 장점을 가진다.

<14> 염료감응 태양전지가 빛을 흡수하면 염료가 여기되어 산화되면서 넓은 에너지 밴드를 가지는 산화물의 전도띠에 전자를 제공하게 되고 이 전자들은 외부 회로를 통해 흐르게 된다. 동시에 산화되었던 염료는 전해질내의 전자 주게인 I^- 로부터 전자를 얻어 환원되면서 바닥 상태로 돌아가게 되고 이러한 반응에 전자를 제공하고 I_3^- 로 변환되었던 산화 환원 매개체(redox mediator)는 전기촉매역할을 하는 상대 전극의 도움으로 전자 주게인 I^- 로 변환된다.

<15> 최대 전력부근에서의 전력 손실을 막기 위해서는 위와 같은 상대 전극의 전기촉매 성능이 매우 중요하며 백금 금속이 그 우수한 촉매특성으로 인하여 널리 이용된다. 이와 관련하여 수소화 염화 백금(H_2PtCl_6)의 열적 분해를 이용하여 백금 클러스터를 형성함으로써 넓은 활성 표면적을 이용하여 촉매특성을 최대화하는 기술이 보고된 바 있다. 그러나, 이렇게 제작된 상대 전극의 경우 균일성이 떨어지며 기판에 대한 고착력의 감소로 인한 압전류의 증가가 발생하는 단점을 가진다. (인용: J.Electrochem.Soc.,Vol.144,No.3.March 1997)

<16> 한편, 전자 빔 증착법(electron-beam evaporation)을 이용하여 백금 전극을 제조하는 방법 및 스퍼터링(sputtering)방법에 의해 제조된 전극의 특성에 대한 연구가 이루어지고 있다. 그러나, 전자 빔 증착법에 의해 준비된 상대 전극의 경우 막이 조밀하고 고착력이 작다는 단점을 가지고 있으며, 스퍼터링을 이용하는 경우 고착력이 우수하고 적절한 기공도와 적절한 활성 표면적을 제공할 수 있지만 제작비용이 비싸다는 단점을 가지고 있다. (인용: Electrochim. Acta, ,Vol.46.March 2001)

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <17> 본 발명은 상기 종래 기술이 가지는 문제를 해결하기 위해 안출된 것으로, 그 목적은 태양전지의 효율을 크게 개선하기 위한 수단으로 백금 나노결정상과 비정질상의 금속산화물을 포함하는 염료감응 태양전지용 상대전극을 제조하는 방법을 제공함에 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <18> 본 발명은 타겟물질인 백금 및 금속산화물을 코스퍼터링시켜 백금과 비정질의 금속산화물을 포함하는 염료감응 태양전지용 상대전극의 제조방법을 제공한다.
- <19> 코스퍼터링(Co-sputtering)방법은 백금과 금속 산화물이 혼합된 형태의 단일 타겟을 스퍼터링하여 백금-금속 산화물의 복합상으로 이루어진 막을 형성하는 과정과는 달리, 백금과 금속 산화물의 동시증착으로 백금상의 결정상의 성장 방해를 통해 나노크기의 백금 다결정상과 금속 산화물 비정질상의 두 상으로 구성된 전극의 제조를 가능하게 한다.
- <20> 상기에서, 코스퍼터링에 사용되는 금속산화물은 바람직하게는 굴절률이 높은 산화물, 보다 바람직하게는 굴절률이 2이상인 금속산화물을 포함한다. 이러한 조건을 만족하는 금속산화물의 예로는, 타이타늄 산화물이 대표적이며 이 외에도 2이상의 굴절률을 가지는 크롬 산화물, 아연 산화물, 구리 산화물 등이 있다. 굴절률이 큰 산화물은 백금과 코스퍼터링되는 경우 빛의 반사율을 높임으로써 염료의 여기를 향상시키는 것에 의해 태양전지의 효율을 보다 크게 증진시킨다.
- <21> 또한, 상기에서 금속산화물은 바람직하게는 전기전도성이 높은 산화물을 포함한다. 상기 조건을 만족하는 금속산화물의 예로는, 금속성 전기전도도를 가지는 루테튬산화물이 대표적이

며 이 외에도 0.1S/m이상의 전기전도도를 가지는 바나듐 산화물, 주석 산화물, 인듐 산화물 등이 있다. 전기전도성이 큰 산화물은 백금과 코스퍼터링되는 경우 외부 회로로부터 전달되는 전자의 전달과정을 도와 보다 빠른 I^- 의 재생을 통해 태양전지의 효율을 더욱 증진시킬 수 있다.

<22> 또한, 상기에서 금속산화물은 바람직하게는 개방구조를 가지는 산화물이다. 상기 조건을 만족하는 금속산화물의 예로는, 탄탈륨 산화물, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물 및 여러 전이 금속 산화물이 있다. 개방구조를 가지는 금속산화물이라 함은 조밀한 결정구조와는 달리 상대적으로 많은 빈 공간을 가지고 있는 형태의 결정구조를 가지는 금속산화물을 의미하며, 이러한 산화물은 백금과 코스퍼터링되는 경우, 전해질내의 I_3^- 나 I^- 와 같은 이온들의 통로로 작용하여 내부의 백금까지도 I^- 의 재생반응에 참여할 수 있도록 도와 태양전지의 효율을 보다 크게 증진시킨다.

<23> 코스퍼터링(Co-sputtering)에 사용되는 장치의 경우, 도 1을 참조하면, 기존의 기본적인 스퍼터링 장치의 구성을 바탕으로 하며 하나의 스퍼터링 건을 이용하는 대신 두개 이상의 스퍼터링 건이 장착되어 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 코스퍼터링과정은 상기 종래의 RF 마그네트론 스퍼터링 장치내에 타겟물질인 백금과 금속산화물에 각각의 RF 파워를 제공하여 동시증착이라는 과정을 통해 수행되었으며 도 1은 그 장치 및 증착과정의 모습을 보여준다. 도 1을 참조하면, 타겟 1과 타겟 3에는 각각 백금과 금속 산화물이 장착되며 이 두 측면 타겟 건은 기판에 대해 35도씩 기울어져 있다. 타겟 1과 타겟 3에 각각의 RF 파워를 제공할 경우 그 림에서처럼 플라즈마 형성과 동시에 두 물질의 동시증착이 진행된다.

<24> 염료감응 태양전지의 가장 큰 장점은 저렴한 생산비용과 환경친화적인 전지의 개발에 있다. 이에 염료감응 태양전지의 제작과정에서의 비용감소를 위해서는 상대전극으로 이용되는 백

금전극의 제작비용의 절하가 절실하다. 본 발명에서와 같이 백금과 금속 산화물로 구성된 상대전극을 제조하는 경우, 백금 단일상으로 구성된 기존의 상대전극의 제작비용의 40%이하로서 같은 활성 표면적을 가지는 전극의 제작이 가능하여 저비용으로 고효율의 태양전지를 개발할 수 있다.

<25> 백금과 금속산화물의 투입비는 타겟물질에 가해지는 RF 파워나 증착시간 및 타겟과 기판과의 거리에 따라 상이하고, 특별한 한정을 요하는 것은 아니지만 중량비로 백금 1에 대하여 금속산화물 0.3~0.5가 좋다.

<26> 이하, 본 발명의 내용을 RF 마그네트론 스퍼터링장치를 이용한 바람직한 실시예로서 보다 상세히 설명하기로 한다.

<27> RF 마그네트론 스퍼터링장치를 이용한 증착과정에 사용되는 기판은 불소가 도핑된 주석 산화물(Fluorine-doped SnO_2)이 코팅된 유리판이고, 저항은 $7\Omega/\square$ 이다. 타겟물질로는 백금과 금속산화물이 함께 투입되며, 각각에 주어진 RF 전력은 산화물의 특성에 따라 조절하면 된다. 챔버의 중앙에는 백금타겟, 측면에는 금속 산화물 타겟이 장착된 상태에서 증착을 수행하며, 증착과정 중에 주입되는 가스는 아르곤 가스로서, 가스의 압력은 $5 \times 10^{-3} \text{ torr}$ 로 한다.

<28> 상기 본 발명에 따라 제조되는 상대전극은 도 3 및 도 8에서 확인할 수 있듯이, 7nm 정도 크기의 나노결정상의 백금과 비결정상의 금속산화물(도 3, 도 8은 각각 니켈산화물, 타이타늄산화물)이 공존한다. 이러한 과정을 통해 얻어진 상대전극을 이용해 태양전지를 제조하는 경우 종래 백금 단일상으로 구성되는 상대전극을 이용하는 경우에 비하여 전지의 효율을 크게 향상시킬 수 있다. 이는 백금나노상의 형성으로 인하여 활성표면적을 증대시키고, 또한 굴절율이 큰 금속 등을 이용하는 경우 반사율 등을 증가시키는 것에서 기인된다.

- <29> 이하 본 발명의 내용을 실시예에 의해 보다 상세하게 설명하기로 한다. 다만 이들 실시예는 본 발명의 내용을 이해하기 위해 제시되는 것일 뿐 본 발명의 권리범위가 이들 실시예에 한정되어지는 것으로 해석되어져서는 아니된다.
- <30> <실시예 1> 백금-니켈 산화물(Pt-NiO) 상대 전극의 제조
- <31> 본 실시예에서는 Ar 분위기 하에 코스퍼터링(co-sputtering) 시스템(RF 마그네트론 스퍼터링 장치, 삼원진공, 한국)을 이용하여 백금 나노 결정상과 니켈 산화물 비정질상으로 이루어진 전극을 제조하였다. 증착과정에서 기판은 불소가 도핑된 주석 산화물(Fluorine-doped SnO₂) 이 코팅된 유리판을 사용하였다. 백금 타겟은 중앙에 니켈 산화물 타겟은 측면에 장착하였으며 각각에 30W와 40W의 RF 전력이 가하여 2분간 증착하였다. 동시에 투과 전자 현미경측정이나 투과 전자 회절측정을 위한 시편의 준비를 위해 구리 격자(Cu grid)를 증착과정에 기판으로 추가하였다. 또한, 백금-니켈 산화물의 특성을 평가하기 위해 백금 단일상으로 구성된 전극을 동일한 시스템을 이용해 제조하였으며 이때 백금에 가해진 RF 전력은 30W이며 증착은 2분간 이루어졌다.
- <32> 상기 과정으로 제조된 각 전극의 구조적 분석은 도 2의 X-선 회절(X-ray Diffraction, XRD) 분석을 통해 이루어졌다. 도 2을 참조하면, 백금 단일상으로 구성된 전극의 경우, 39.8°에서 백금 (111) 피크(peak)와 46.2°에서 백금 (200) 피크가 존재하는 것으로부터 다결정의 백금이 제조되었음을 알 수 있었다. 또한, 백금-니켈 산화물로 이루어진 전극의 경우 39.8°에서 백금 (111) 피크와 46.2°에서 백금 (200) 피크가 존재하며 니켈 산화물의 결정 피크의 부재를 통해 비정질의 니켈 산화물과 백금다결정상이 공존함을 확인할 수 있었다.

- <33> 또한, 도 3a,3b의 투과 전자 현미경(Transmission Electron Microscope, TEM) 이미지(3a)와 투과 전자 회절(Transmission Electron Diffraction, TED) 패턴(3b)를 통하여 7 nm정도의 크기를 가지는 나노 결정상의 백금과 비정질의 니켈 산화물이 공존함을 알 수 있었다.
- <34> 위 제조된 상대 전극의 특성평가를 위해 폴리에틸렌옥사이드에 기반을 둔 전 고상 염료 감응 태양전지를 제작하였으며, 그 성능평가가 도 4의 I-V 곡선측정을 통하여 이루어졌다. 결과적으로 기존의 백금 단일상의 전극 대신 백금-니켈 산화물로 이루어진 전극을 상대 전극으로 이용한 경우 37 %의 효율향상을 얻을 수 있었다. 이러한 효과는 백금 나노상의 제작을 통한 활성 표면적의 향상에 기인하였으며, 활성 표면적의 향상은 도 5의 순환전류전압곡선(Cyclic Voltammogram, CV)의 측정을 통하여 확인할 수 있었다.
- <35> <실시에 2> 백금-타이타늄(Pt-TiO_2) 상대전극의 제조
- <36> Ar 분위기 하에 실시예 1에서와 동일한 시스템을 이용하여 백금 나노 결정상과 타이타늄 산화물 비정질상으로 이루어진 전극을 제조하였다. 타이타늄 산화물의 경우 굴절률(refractive index)이 큰 물질이므로 백금과 타이타늄 산화물의 두상으로 이루어진 새로운 형태의 상대 전극을 구현할 경우 빛의 반사율(reflectance)을 높여주며, 이러한 특성의 개선은 도 6에 도시되고 있는 원리와 같이 염료의 여기를 향상시켜주어 태양전지효율의 더 큰 증대를 도모한다.
- <37> 기판으로는 증착과정에서 불소가 도핑된 주석 산화물(Fluorine-doped SnO_2)이 코팅된 유리판이 사용되었다. 백금 타겟은 챔버의 중앙에, 타이타늄 산화물 타겟은 측면에 장착되었으며 각각에 20W와 80W의 RF 전력이 가해졌으며 증착은 2분간 이루어졌다. 동시에 투과 전자 현미

경측정이나 투과 전자 회절측정을 위한 시편의 준비를 위해 구리 격자(Cu grid)가 증착과정에 기판으로 추가되었다. 또한, 타이타늄 산화물의 특성을 평가하기 위해 백금 단일상으로 구성된 전극을 동일한 시스템을 이용하여 제조하였으며, 이때 백금에 가해진 RF 전력은 20W이며 증착은 2분간 이루어졌다.

<38> 상기 과정으로 제조된 각 전극의 구조적 분석은 도 7의 X-선 회절(X-ray Diffraction, XRD) 분석을 통해 이루어졌으며 백금 단일상으로 구성된 전극의 경우, 39.8°에서 백금 (111) 피크와 46.2°에서 백금 (200) 피크가 존재하는 것으로부터 다결정의 백금이 제조되었음을 알 수 있었다. 또한, 백금-타이타늄 산화물로 이루어진 전극의 경우 39.8°에서 백금 (111) 피크와 46.2°에서 백금 (200) 피크가 존재하며 타이타늄 산화물의 결정 피크의 부재를 통해 비정질의 타이타늄 산화물과 백금 다결정상이 공존함을 확인할 수 있었다.

<39> 또한, 도 8a,8b의 투과 전자 현미경(Transmission Electron Microscope, TEM) 이미지(8a)와 투과 전자 회절(Transmission Electron Diffraction, TED) 패턴(8b)를 통하여 7 nm정도의 크기를 가지는 나노 결정상의 백금과 비정질의 타이타늄 산화물이 공존함을 알 수 있었다.

<40> 위 제조된 상대 전극의 특성평가를 위해 폴리에틸렌 옥사이드에 기반을 둔 전 고상 염료 감응 태양전지를 제작하였으며 그 성능평가가 도 9의 I-V 곡선측정을 통하여 이루어졌다. 결과적으로 기존의 백금 단일상의 전극 대신 백금-타이타늄 산화물로 이루어진 전극을 상대 전극으로 이용한 경우 49 %의 효율향상을 얻을 수 있었다. 이는 백금 나노상의 제작을 통한 활성 표면적의 향상과 굴절률(refractive index)이 큰 타이타늄 산화물을 이용한 결과에 따른 반사율(reflectance)의 증가에 기인하였으며 활성 표면적의 향상은 도 10의 순환전류전압곡선(Cyclic

Voltammogram, CV)의 측정을 통하여 반사율(reflectance)의 증가는 도 11의 반사율(reflectance)측정을 통하여 확인 할 수 있었다.

【발명의 효과】

<41> 본 발명에 의하면 수 nm 정도의 백금 나노결정상과 비정질상의 금속산화물을 포함하는 염료감응 태양전지용 상대전극을 제조할 수 있으며, 이러한 전극을 전 고상 염료감응 태양전지에 적용하면 활성 표면적의 향상과 반사율의 향상으로 효율을 크게 개선할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

타겟으로 백금 및 금속산화물을 코스퍼터링시켜 표면에 백금 및 비정질의 금속산화물이 코팅된 염료감응 태양전지용 상대전극의 제조방법

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 금속산화물은 굴절률이 2이상인 산화물임을 특징으로 하는 제조방법

【청구항 3】

제 1항에 있어서, 금속산화물은 타이타늄 산화물, 크롬 산화물, 아연 산화물, 구리 산화물에서 선택됨을 특징으로 하는 제조방법

【청구항 4】

제 1항에 있어서, 금속산화물은 전기전도도가 0.1S/m이상인 산화물임을 특징으로 하는 제조방법

【청구항 5】

제 1항에 있어서, 금속산화물은 루테튬산화물, 바나듐 산화물, 주석 산화물, 인듐 산화물에서 선택됨을 특징으로 하는 제조방법

【청구항 6】

제 1항에 있어서, 금속산화물은 개방구조를 가지는 산화물임을 특징으로 하는 제조방법

【청구항 7】

제 1항에 있어서, 금속산화물은 개방구조의 전이금속산화물임을 특징으로 하는 제조방법



1020030050234

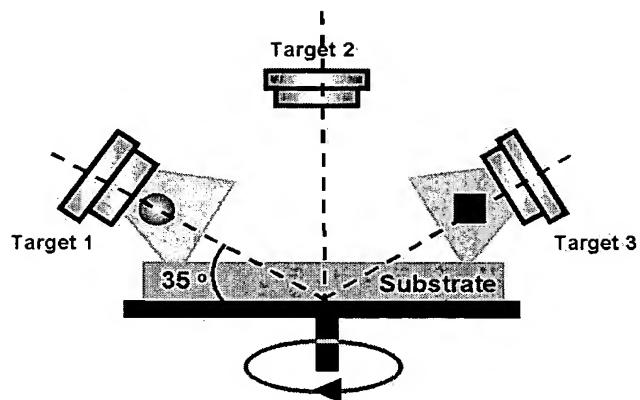
출력 일자: 2003/11/27

【청구항 8】

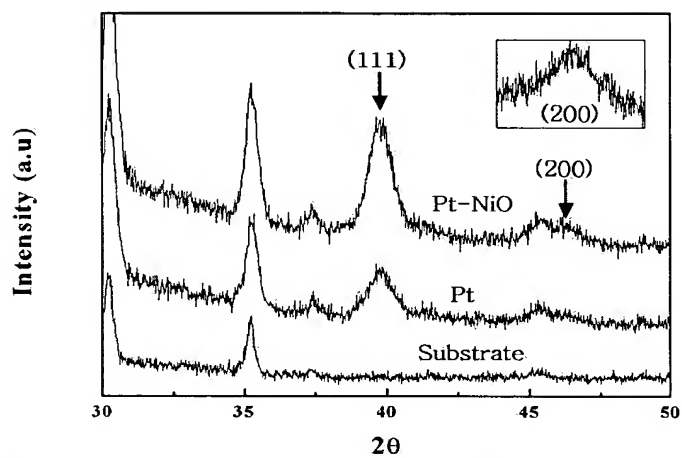
제 7항에 있어서, 금속산화물은 탄탈륨 산화물, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물에서 선택됨을 특징으로 하는 제조방법

【도면】

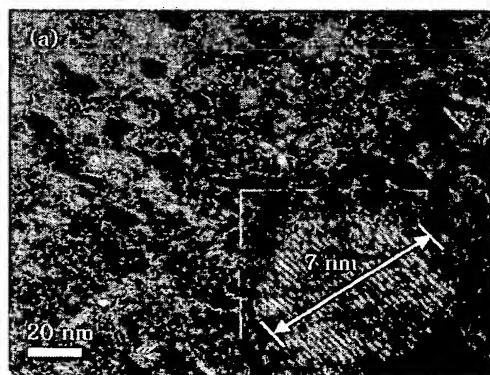
【도 1】



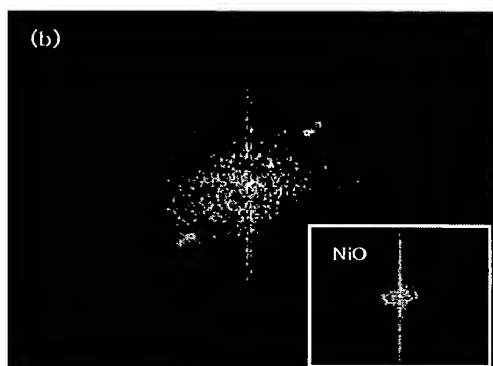
【도 2】



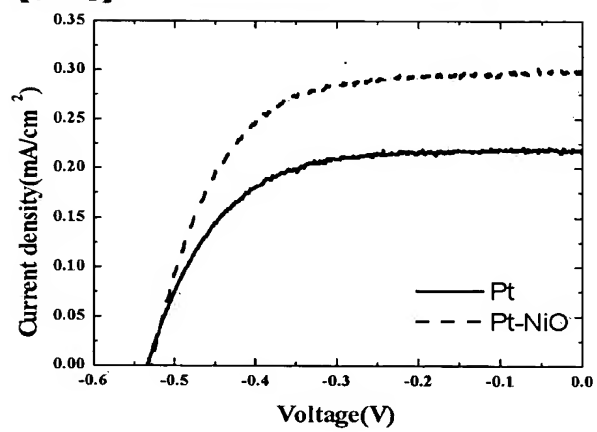
【도 3a】



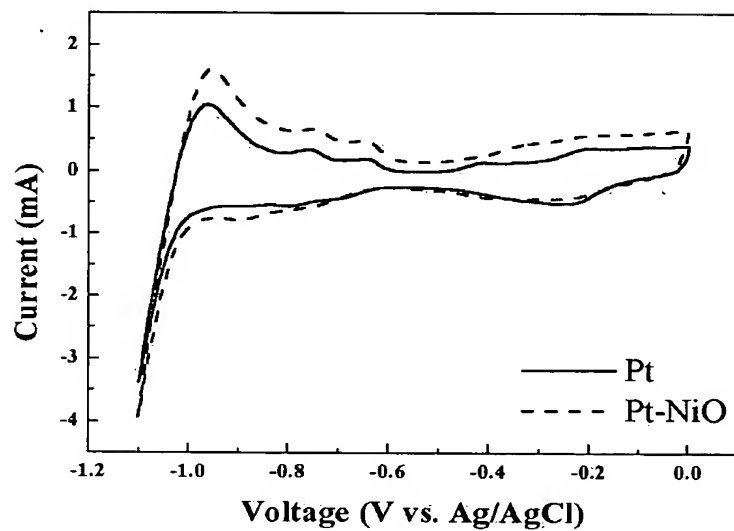
【도 3b】



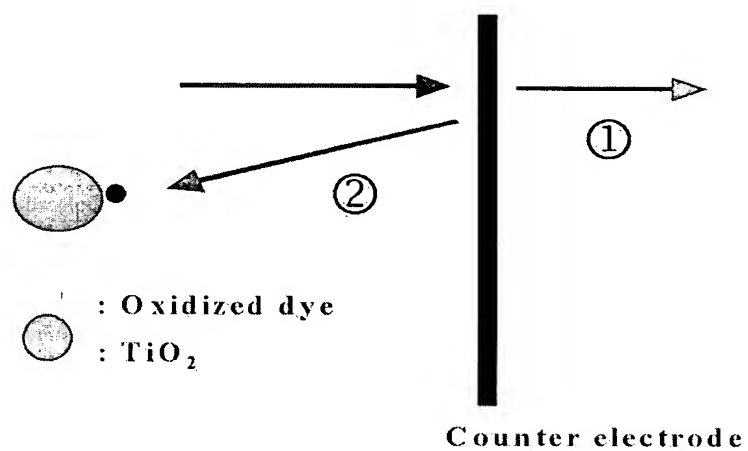
【도 4】



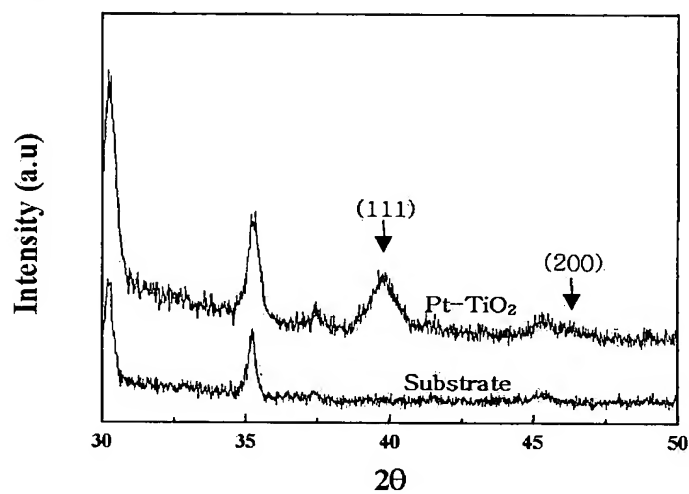
【도 5】



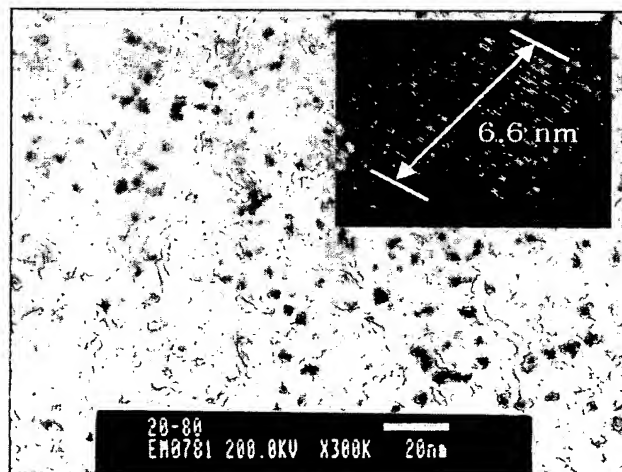
【도 6】



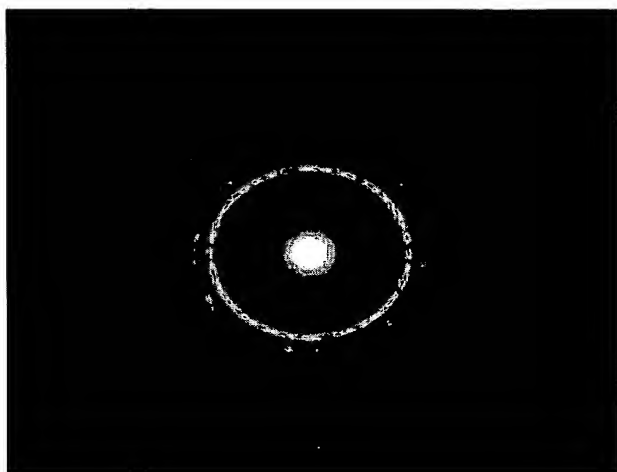
【도 7】



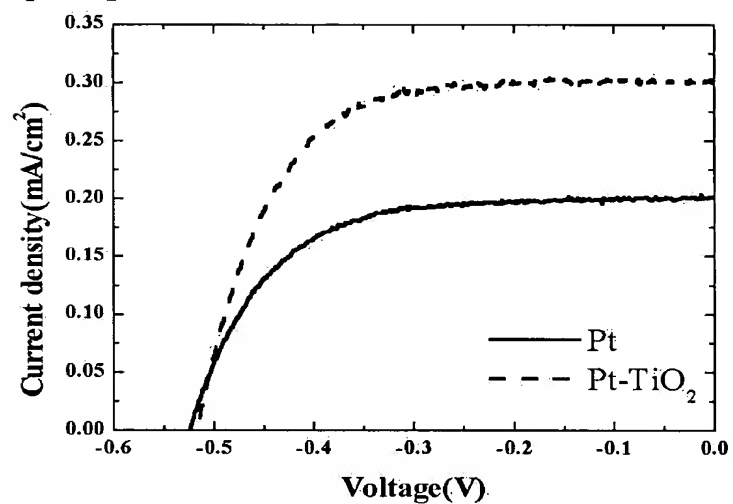
【도 8a】



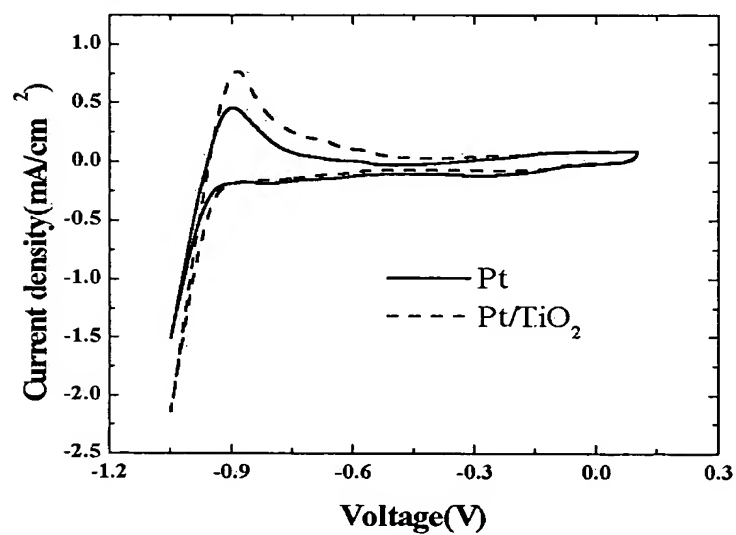
【도 8b】



【도 9】



【도 10】





【도 11】

